

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑤ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift
⑪ DE 3342749 A1

⑦ Aktenzeichen: P 33 42 749.6
② Anmeldetag: 25. 11. 83
④ Offenlegungstag: 30. 5. 84

⑤ Int. Cl. 3:
B01J 3/04

B 01 J 12/00
C 01 C 1/04
C 07 C 31/04
C 07 C 29/15
C 07 C 29/16

DE 3342749 A1

⑩ Unionspriorität: ③ ③ ③

26.11.82 FR 8270026

⑦ Anmelder:

Institut Français du Pétrole, 92502 Rueil-Malmaison,
Hauts-de-Seine, FR

④ Vertreter:

Deufel, P., Dipl.-Chem.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.nat;
Schön, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Hertel, W.,
Dipl.-Phys.; Lewald, D., Dipl.-Ing.; Otto, D., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦ Erfinder:

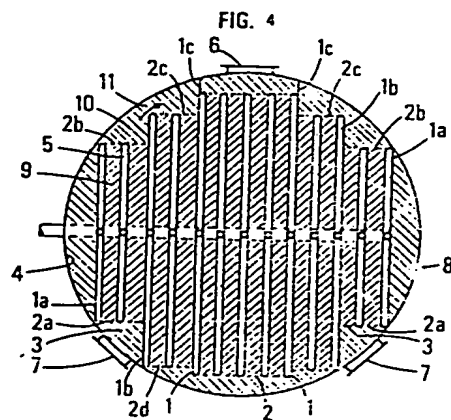
Dang Vu, Quang, 92200 Neuilly sur Seine, FR; Euzen,
Jean-Paul, 69570 Dardilly, FR; Pradel, Claude; Le
Page, Jean-François, 92500 Rueil-Malmaison, FR

⑤ Plattenreaktor für chemische Synthesen unter hohem Druck in Gasphase und heterogener Katalyse

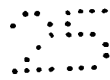
Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung chemischer Synthesen in Gasphase und heterogener Katalyse.

Die Reaktionszone zylindrischer Gestalt ist in eine Vielzahl von vorzugsweise parallelepipedförmigen Kammern (9) mittels Wandungen (1) unterteilt, bei denen es sich um untereinander verbundener Platten handelt, in deren Innerem ein Wärmeträgerfluid unter einem Druck zirkuliert, der im wesentlichen gleich dem Druck ist, der in der Reaktionszone herrscht.

Anwendung: insbesondere auf die Synthese von Methanol oder homologen Alkoholen aus Wasserstoff und einem Kohlenoxid oder auf die Synthese von Ammoniak aus Wasserstoff und Stickstoff.

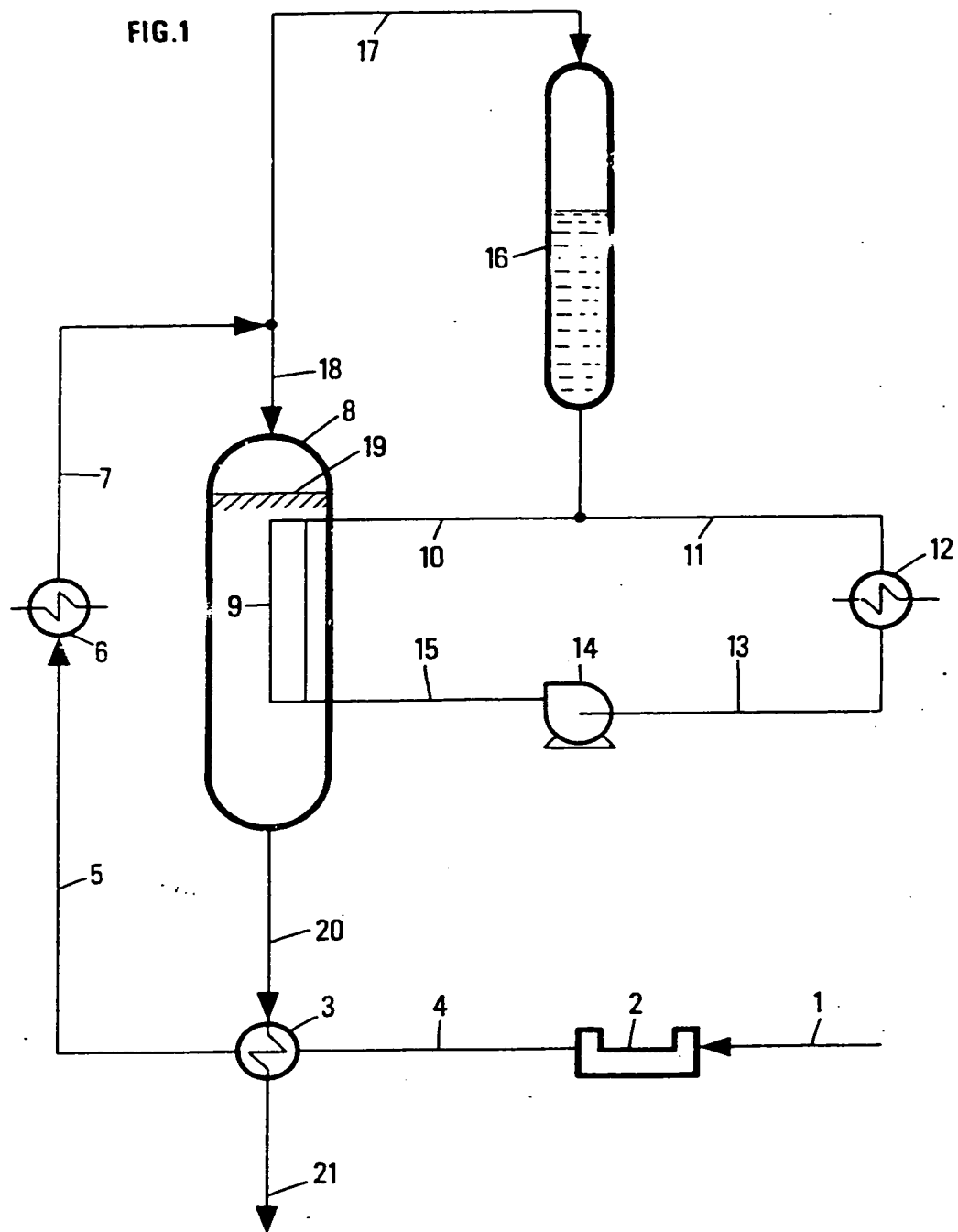


DE 3342749 A1



Nummer: 33 42 749
Int. Cl.³: B 01 J 3/04
Anmeldetag: 25. November 1983
Offenlegungstag: 30. Mai 1984

FIG. 1



Patentanwälte · European Patent Attorneys

Dr. Müller-Boré und Partner · POB 260247 · D-8000 München 26

I 1814 Lw/Ge

Aff.: 2216

Dr. W. Müller-Boré

Dietrich Lewald

Dipl.-Ing.

Dr. Paul Deufel

Dipl.-Chem., Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Dr. Alfred Schön

Dipl.-Chem.

Werner Hertel

Dipl.-Phys.

Dr.-Ing. Dieter Otto

Dipl.-Ing.

INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 RUEIL-MALMAISON

Plattenreaktor für chemische Synthesen unter hohem Druck in
Gasphase und heterogener Katalyse

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Durchführen in Gasphase und unter Druck von chemischen Synthesen, ausgehend von Reaktionsgasen in einer Reaktionszone (8; Fig. 4 und 4A), welche durch eine Kammer im wesentlichen zylindrischer Gestalt gebildet ist und deren Querschnitt im wesentlichen kreisförmig ist, wobei das Verfahren in Anwesenheit eines festen Katalysators durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionszone in eine Vielzahl von Katalysator enthaltenden Kammern unterteilt ist, wobei diese Kammern (9) länglicher und parallelepipedförmiger Gestalt und einander benachbart sind, wobei die Querschnitte der Kammer im wesentlichen in einen Kreis einbeschreibbar sind, der coaxial zu dem durch den Kreisquerschnitt der Reaktionszone gebildeten Kreis ist; daß die Wandungen (1; insbesondere 1a, 1b, 1c ...), die diesen Kammern benachbart sind oder die Wandungen, die benachbarten Kammern gemeinsam sind, dicht gegen die in der Reaktionszone zirkulierenden Gase sind; daß die Wandungen (2; insbesondere 2a, 2b, 2c ...), die seitlich

- 1 bezüglich dieser Kammern (9) sind, gasdicht sind;
daß die in die Reaktionszone eingeführten Gase schritt-
weise durch jede der Kammern im wesentlichen senkrecht
zur Achse der Reaktionszone treten, wobei diese Gase
5 in jede Kammer (9) über eine permeable Wand eintreten
und aus ihr über eine der Eintrittswand gegenüberlie-
gende permeable Wand austreten; und daß diese Wandungen
(1a, 1b, 1c ...) hohle Platten sind, deren Innenräume
10 miteinander in Verbindung stehen, wobei ein Wärme-
trägerfluid quer durch diese Wandungen oder Platten
unter einem Druck strömt, der im wesentlichen gleich
dem Druck ist, dem die Reaktionsgase ausgesetzt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
15 daß das Wärmeträgerfluid in jeder dieser Hohlplatten
in einem Netz von im wesentlichen parallelen Kanälen
zirkuliert, deren Querschnitte insbesondere über
eine der folgenden Formen verfügen: quadratisch,
rechteckig, gekrümmt, zylindrisch, elliptisch, kreis-
20 förmig oder dreieckig.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch
gekennzeichnet, daß die frischen Gase oder eine
gasförmige Charge in die Reaktionszone (8) über zwei
25 Leitungen (7) benachbart jeder der beiden voneinander
am weitesten entfernten Kammern (9) und damit dem
von der Achse der Reaktionszone am weitesten entfernten,
eintreten, wobei die beiden ersten Kammern diametral
einander gegenüber angeordnet sind und die Gase oder
30 die Charge anschließend in jede dieser beiden Kammern
über die beiden permeablen Wandungen (2a) jeder dieser
beiden Kammern eintreten; und daß die Gase oder die Charge
dann im Innern der beiden ersten Kammern (9) in Rich-
tung auf die zweite permeable Wandung (2b) jeder die-
35 ser beiden ersten Kammern geht; daß die Gase jede die-
ser beiden ersten Kammern über diese zweite sog. permeable
Wand (2b) verlassen und in eine andere der beiden ersten
Kammern benachbarte Kammer (9) über eine der beiden

- 1 permeablen Wandungen (2c) dieser anderen Kammer ein-
treten; daß diese permeablen Wandungen diejenigen sind,
die unmittelbar den permeablen Wandungen (2b) benach-
bart sind, über welche diese Gase aus den sog. ersten
5 Kammern ausgetreten sind, wobei die Gase so in zwei
unterschiedlichen Strömungen schrittweise quer durch
diese anderen Kammern (9) geführt werden und in jede
Kammer (9) über eine ihrer beiden permeablen Wandungen
eintreten und über die andere permeable Wandung aus-
10 treten und so die länglichen mittigen Kammer(n)(9)
erreichen, die im wesentlichen längs eines der Durch-
messer des kreisförmigen Querschnitts der Reaktions-
zone angeordnet sind, von wo sie dann über eine Leitung
(6) als Reaktionsabstrom abgezogen werden.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit der Gase im
Innern dieser Kammern zwischen etwa 1 und 200 m/sec.
liegt.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß die Reaktionszone im wesentlichen
vertikal angeordnet wird.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
gekennzeichnet, daß die Reaktionszone im wesentlichen
horizontal angeordnet wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
gekennzeichnet, daß der untere Teil der Reaktionszone,
in welchen wenigstens teilweise diese Kammern "einsinken",
mit einer Schicht aus Feststoffpartikeln gefüllt wird,
deren mittlerer Durchmesser zwischen dem halben und
tausendstel mittleren Durchmesser der Katalysatorkörner
35 liegt.



-4-

- 1 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, daß, um im wesentlichen den Druck der
Reaktionsgase und den Druck, dem das Wärmeträgerfluid
ausgesetzt ist, gleichzuhalten, die Innenräume der Hohl-
5 platten, in welchen dieses Wärmeträgerfluid zirkuliert,
in Kontakt mit einem Expansionsgefäß gehalten wird,
dessen Niveau sich entsprechend dem Augenblicksvolumen
der Wärmeträgerflüssigkeit in diesen Platten entwickelt;
und daß die gasförmige Atmosphäre des Expansionsge-
10 fäßes aus Reaktionsgasen gebildet wird, welche dieses
Expansionsgefäß über eine zweckmäßige Parallelleitung
in Verbindung mit dem Reaktionsraum in der Reaktions-
zone erreichen.
- 15 9. Vorrichtung mit einem Reaktor (8; Fig. 4 und 4A) im
wesentlichen zylindrischer Gestalt, dessen Querschnitt
kreisförmig ist, gekennzeichnet durch eine Vielzahl
länglicher parallelepipedförmiger einander benach-
barter Kammern (9), deren Querschnitte einem Kreis
20 einbeschreibbar sind, der koaxial zu dem durch den
Kreisquerschnitt der Innenwand des Reaktors definierten
Kreis ist, wobei die benachbarten Wandungen der Kammern
oder die gemeinsamen Wandungen der benachbarten Kammern
gasdichte Wandungen (1) sind; und daß die seitlichen
25 Wandungen (2) dieser Kammern gaspermeabel sind, wobei
diese dichten Wandungen (1) so Hohlplatten bilden,
in welchen Kanäle zur Zirkulation eines Fluids unter-
gebracht sind; und daß die Querschnitte der Kanäle
nach Wahl wenigstens über eine der folgenden Formen
30 verfügen: quadratisch, rechteckig, gekrümmt, zylindrisch,
elliptisch, kreisförmig oder dreieckig; und daß die
Vorrichtung zusätzlich aufweist (Fig. 4 und 4A):
Einrichtungen (7) zum Einführen einer gasförmigen
Phase benachbart (3) jeder der beiden am weitesten von
35 der vertikalen Achse des Reaktors entfernten Kammern,
wobei diese beiden Kammern diametral bezüglich einander
gegenüber angeordnet sind; sowie

25.1.43

-5-

- 1 Räume (10) für die Zirkulation der Gase aus einer Kammer
(9) in die andere, wobei die Räume benachbart der Viel-
zahl der sog. permeablen Wandungen (2) zwischen diesen
permeablen Wandungen und der Innenwand (4) des Reaktors
5 ausgespart sind, und schließlich über Schlitze (11)
zwischen Innenwand (4) des Reaktors und der Vielzahl
dichter Wandungen (1) verfügen, um den Gasdurchgang
von einem Raum (10) in eine Kammer (9) zu ermöglichen.
- 10 10. Anwendung des Verfahren nach einem der Ansprüche 1
bis 8 oder der Vorrichtung nach Anspruch 9 auf die
Ammoniaksynthese aus Wasserstoff und Stickstoff oder
auf die Synthese von Methanol oder höheren homologen
Alkoholen aus Wasserstoff und wenigstens einem Kohlen-
15 oxid.
- 20
- 25
- 30
- 35

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine entsprechende
5 Vorrichtung, um unter hohem Druck chemische Synthesen
in heterogener Katalyse ausgehend von Gasen, wie beispielsweise
Gemischen aus Wasserstoff und Kohlenoxiden oder
Gemischen aus Wasserstoff und Stickstoff durchzuführen.
10 Hierbei ist die Reaktionszone mit Wärmeaustauscher-
platten ausgestattet, die im wesentlichen wie folgt auf-
gebaut sind:

- 15 - Die Platten sind miteinander und einer äußeren Wärme-
austauschervorrichtung verbunden, wobei das Ganze eine
Austauscherschleife, in der ein Wärmeträgerfluid zir-
kulierte, bildet.
- 20 - Das innere der Schleife und somit das Wärmeträgerfluid
wird einem Druck ausgesetzt, der im wesentlichen äqui-
valent demjenigen ist, dem die Reaktionsgase und bei-
spielsweise die Synthesegase ausgesetzt werden, in dem
vorzugsweise das Ausdehnungsgefäß des Wärmeträger-
fluids beispielsweise mit dem Gaseintritt in den Reaktor
verbunden wird.
- 25 - Die plan ausgebildeten Platten sind beispielsweise
parallel zueinander angeordnet und bilden parallel-
epipedförmige Kammern.
- 30 - Gewisse dieser Platten können dicht mit der Innenwand
des Reaktors verbunden werden. Das Ganze bildet so
einen mit Schikanen versehenen Weg, durch den das Gas
strömen muß.

35

25. 1. 48

-7-

- 1 Dank einer besseren Kompaktheit, insbesondere dank der
verstärkten Mechanisierung bei der Herstellung hat sich
gezeigt, daß in den letzten Jahren diese mit Platten
ausgestatteten Vorrichtungen den Platz von Vorrichtungen
5 mit Rohren und Kalandern auf zahlreichen Gebieten des
Wärmeaustausches einnehmen.

Auf dem Gebiet der Reaktoren ist die Verwendung von
Apparaten mit Platten jedoch selten und außergewöhnlich.

- 10 So wurde bereits ein Modellreaktor (FR-PS 1 438 723)
vorgeschlagen, der aus einem Stapel von Schichten be-
steht, von denen gewisse Katalysator enthalten können,
während andere die Kanäle für die Führung des Wärmeüber-
15 tragungsmittels bilden. Die verschiedenen Schichten
sind durch im wesentlichen plane Platten voneinander
getrennt.

- Dieses Reaktormodell, obwohl von einfacher Herstellung
20 und mäßigem Herstellungspreis, hat nur geringe Ver-
breitung wegen des geringen Widerstands gegen Innendruck
gefunden.

- Durch das Verfahren nach der Erfindung wird vorgeschlagen,
25 die Anwendung der Apparate mit Platten auf das Gebiet der
Synthesereaktionen bei hohem Druck auszudehnen.

- Unter sehr hohem Druck werden nämlich fast alle Basis-
produkte der Chemie wie Methanol und Ammoniak beispiels-
30 weise hergestellt.

Bei sehr hohem Druck ist andererseits der Raum sehr wert-
voll; die Kompaktheit der Plattenwärmeaustauscher muß
ganz im Vordergrund stehen.

35

- 1 Beispielsweise Ausführungsformen der Erfindung sollen nun mit Bezug auf die beiliegenden Figuren 1 bis 4 näher erläutert werden.
- 5 Das Gemisch 1 der Synthesegase, beispielsweise Wasserstoff und wenigstens ein Kohlenoxid oder Wasserstoff und Stickstoff wird zunächst in angemessener Weise hinsichtlich des Drucks mittels des Kompressors 2 und hinsichtlich der Temperatur dank der Abstromwärmeaustauscher 3 und der
- 10 Vorwärmanrichtung 6 konditioniert, wenn es über die Leitungen 4 und 5 strömt.
- Es wird dann über die Leitungen 7 und 18 in einen Reaktor 8 eingeführt, der einen zylindrischen Raum bildet und
- 15 ein Bett 9 aus festem Katalysator enthält. In Kontakt mit dem Katalysator reagieren die Gase; die Synthese findet statt. Die Beschreibung der Reaktionszone nach der Erfindung wird weiter unten gegeben.
- 20 In dem Ausmaß, wie sich die Reaktion abwickelt, hat die Temperatur der Gase die Tendenz, wegen der Reaktionswärme, wird sie nun freigesetzt oder wird sie absorbiert, zu variieren. Die Gase werden unter günstigen Arbeitsbedingungen durch Wärmeaustausch mit Wärmeaustauscherplatten wie 9 gehalten. Diese parallel zur Achse des Zylinders
- 25 des Reaktors angeordneten Platten 9 sind einerseits untereinander und andererseits mit einer (bei 12 schematisierten) Wärmeaustauschervorrichtung mit der äußeren Umgebung verbunden.
- 30 Man läßt nun (über die Leitungen 10, 11, 13, 15) im Innern der Platten 9 dank der Pumpe 14 Wärmeaustauscherfluid zirkulieren, das dazu bestimmt ist, die Wärme des Reaktors 8 auf den Wärmeaustauscher 12 zu übertragen.

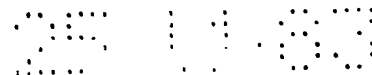
- 1 Dieses Fluid hat aufgrund der wärmetechnischen Vorgänge
die Neigung, sein Volumen zu verändern. Diese Schwankungen
werden durch Verwendung eines Expansionsgefäßes 16,
dessen Niveau entsprechend dem augenblicklichen
5 Volumen der Wärmeträgerflüssigkeit ist, möglich, die in der
durch die Elemente 9, 12 und 14 gebildeten Schleife
enthalten ist.

- Die Gasatmosphäre 16 kann vorzugsweise durch die Synthesegase gebildet werden, welche über die Zweigleitung 17
10 herangeführt werden. Die Anzapfung 17 erfolgt so nahe wie
möglich am Reaktoreintritt 8. Diese Anordnung ist also
eine von denjenigen, bei denen es möglich ist, den gleichen
Druck in der Reaktionszone und im Innern der Platten, wo
15 die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert, zu haben.

- Durch diese Anordnung nämlich werden die Platten 9 einer
Druckdifferenz, die, wenn nicht null, so wenigstens vernachlässigbar ist (0,1 bis 0,5 MPa) bezogen auf den Druck
20 ausgesetzt, der im Reaktor 8 herrscht. Dieser Druck
liegt beispielsweise in der Größenordnung von 5 bis 10 MPa
für die Synthese des Methanol oder in der Größenordnung
von 20 bis 100 MPa für die Ammoniaksynthese.

- 25 Dank dieser geringen Druckdifferenz können die Platten
einfach aus zwei planen dünnen Blechen gebildet sein,
deren Abstand beispielsweise durch einen Steg (sog. Seele)
entweder aus Wellblech oder aus Streckmetall sichergestellt
ist. Auf diese Weise werden Kanäle im Innern einer Platte
30 gebildet, Kanäle, die für die Festigkeit der Platten sorgen.
Diese können 10 m Höhe beispielsweise erreichen oder überschreiten.

- Um eine günstige Turbulenz des Wärmeträgerfluids in den
35 so gebildeten Kanälen hervorzurufen, kann der Blechsteg
die verschiedensten Formgebungen aufweisen, beispielsweise die der Fig. 2 (Kanäle, deren Querschnitt eine im wesentlichen rechteckige oder quadratische Form aufweist),



-10-

- 1 oder die der Fig. 2A (Kanäle, deren Querschnitt eine im
wesentlichen kurvenförmige Gestalt hat oder von zylindrischer,
elliptischer oder kreisförmiger Form ist), oder die der
Fig. 2B (Kanäle, die im Querschnitt im wesentlichen dreieckige
5 Form haben).

Das Zusammenbauen der Bleche kann entweder durch Schweißen
oder wirtschaftlicher durch punktwises LÖten oder durch
Tauchen in ein Bad oder nach irgend einer anderen adäquaten
10 Technik erfolgen.

In Fig. 1 wie in Fig. 3 ist wahlweise die Gaszuführleitung
18 am Kopf des Reaktors und die Reaktionsstromabzugslei-
tung 20 am Fuß des Reaktors angeordnet; diese Leitungen
15 18 und 20 können sich nämlich auf jedem adäquaten Niveau
des Reaktors, wie Fig. 4 beispielsweise erkennen läßt,
befinden. Der Reaktor wird in üblicher Weise mit Kataly-
sator gespeist, handelt es sich nun um feste Betten oder
bewegliche Betten oder Wirbelbetten oder um Blasen-
20 oder Fließbetten. Man verwendet also allgemein Reaktoren
vom Axialtyp.

Verwendet man einen Reaktor vom Axialtyp, wie er in Fig. 3
schematisiert ist, so verfügt der Reaktor 6 über die
25 katalytischen Betten 19 sowie Eintritt 18 und Austritt 20
der Reaktionsteilnehmer.

Manchmal bevorzugt man Reaktoren vom Axialtyp für relativ
geringe Gasdurchsätze (wobei man manchmal einen Reaktor
vom Radialtyp für relativ hohe Gasdurchsätze nimmt).
30

Selbstverständlich sind das Niveau der Zuführung des
Wärmeträgerfluids und das Niveau seines Abziehens (wie
in Fig. 1 im oberen Teil für die Zufuhr, im unteren Teil
für das Abziehen, dargestellt ist) auch umgekehrt, nämlich
25 unten bzw. oben zu wählen.



-11-

- 1 Die Anordnung der Platten nach der Erfindung ist in Fig. 4
und im zugehörigen Schnitt der Fig. 4A näher dargestellt.

5 Der Katalysator ist in parallelepipedförmigen Räumen eingeschlossen, welche durch Wärmeaustauscherplatten 1a, 1b, 1c etc. sowie permeable Wände 2a, 2b, 2c ... begrenzt sind. Diese Räume schreiben im wesentlichen einen Kreis ein, der koaxial zu dem durch den Kreisquerschnitt der Reaktionszone gebildeten Kreis ist.

- 10 Gegenüber Gasen, die über wenigstens eine Leitung 7 in die Räume 3 eingeführt werden, bilden die Wandungen 1a und 1b eine dichte Verbindung mit der unteren Wandung 4 des Reaktors. Darum werden die Synthesegase veranlaßt,
15 durch einen permeable Wand, beispielsweise 2a, zu treten, um in Kontakt mit dem Katalysator zu kommen.

In Kontakt mit dem Katalysator vereinigen bzw. verbinden sich die Gase; ihre Temperatur entwickelt sich.

- 20 Um diese Temperaturentwicklung zu verhindern, kann man zusätzlich Wandung bildende Platten 1a und 1b sowie Zwischenplatten 5 anordnen. Die Anzahl dieser Platten 5 hängt offensichtlich von den in der Reaktion zum Tragen
25 kommenden Wärmemengen ab.

Die Gase treten über permeable Wände wie 2b aus und streichen über den zwischen den Wandungen 1b und 1c enthaltenden Katalysator.

- 30 Hierzu treten sie durch Schlitz, welche durch die Wandungen 1b und die Innenwandung 4 des Reaktors begrenzt sind. Diese Erscheinung wiederholt sich bei Durchtritt durch sämtliche parallelepipedförmigen Räume und schließlich treten die Gase über wenigstens eine Öffnung 6,
35 die in der Wandung 4 des Reaktors 8 ausgespart ist, aus.

- 1 Im einzelnen wird der Reaktor im folgenden mit Bezug
auf die Figuren 4 und 4A beschrieben:

- Der zylindrische Reaktor für die chemische Synthese 8
5 ist in eine Vielzahl von parallelepipedförmigen den Katalysator einschließenden Kammern 9 unterteilt.

- Diese Kammern sind durch dichte Wandungen, wie beispielsweise 1a, 1b, 1c ... abgegrenzt, bei denen es sich um
10 vorher beschriebene Platten handelt, in denen das Wärmeträgerfluid zirkuliert sowie um permeable Wandungen 2a, 2b, 2c Letztere sind nur im Schnitt in Fig. 4 sichtbar. Die permeablen Wandungen können entweder durch
15 parallel oder gekreuzt angeordnete Drähte gebildet sein oder durch perforierte oder zellenförmige Platten oder Platten von irgend einem äquivalenten Typ.

- Die Kammern (begrenzt durch zwei Wandungen 1 und zwei
20 Wandungen 2) sind mit festem Katalysator, beispielsweise einem Katalysator der Ammoniaksynthese aus Wasserstoff und Stickstoff oder der Methanolsynthese und/oder von homologen Alkoholen aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid und gegebenenfalls Kohlendioxid gefüllt.

- 25 Die frischen Gase (beispielsweise entweder ein Gemisch aus Wasserstoff und Stickstoff oder ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenoxiden), die zweckmäßig hinsichtlich Druck und Temperatur konditioniert sind, werden über
30 wenigstens eine Leitung 7 in die Räume 3 eingeführt, die zwischen der zylindrischen Wand 4 des Reaktors und den Wandungen 1 und 2 der katalytischen Kammern ausgespart sind.

- Aus den Räumen 3 treten die Gase durch die permeablen
35 Wandungen 2, um mit dem Katalysator in Kontakt gesetzt zu werden.

-13-

- 1 Der Querschnitt der Kammern wird derart gewählt, daß man
eine günstige Gasgeschwindigkeit durch die katalytische
Masse erhält. Bekanntlich hängt diese Gasgeschwindigkeit
von der Homogenität der Verteilung des Gases und des
5 Fehlens des heißen Punktes an der Oberfläche der Katalysator-
körner ab.

Nach dem Verfahren der Erfindung müssen die Gasgeschwin-
digkeiten vorzugsweise zwischen 1 und 200 m/sec., ins-
10 besondere zwischen 5 und 100 m/sec. liegen.

Die oben angegebenen Gasgeschwindigkeiten basieren auf dem
Durchsatz bzw. der Sauggeschwindigkeit des Gases, zurück-
geführt auf Normalbedingungen von Druck und Temperatur,
15 d.h. unter atmosphärischem Druck und null Grad Celsius.

Am Austritt aus der oder den ersten Kammern (begrenzt
durch die Wandungen 2a, 1a, 2b und 1b) dringen die Gase
in den leeren Raum 10, der an dem leeren Eintrittsraum 3
20 hängt.

Von einem Raum, wie beispielsweise 10, treten die Gase
über einen Durchlass (oder Schlitz), wie beispielsweise
11, der zwischen den Wandungen 1 und der Wand 4 des
25 Reaktors gelassen ist, durch, um in die Kammer(n) zu
gelangen (welche durch die Wandungen 1b, 2c, 1c, 2d)
begrenzt sind etc.

In Fig. 4 sieht man, daß das Gas symmetrisch bezogen auf
30 den Durchmesser des Reaktors verteilt wird. Eine konti-
nuierliche Zirkulation von einem Ende des Reaktors zum
anderen ist ebenfalls als im Rahmen der Erfindung liegend
zu betrachten.

35 Die Reaktionsgase zirkulieren so schrittweise über jede
der Kammern 9 im wesentlichen senkrecht zur Achse der
Reaktionszone.

- 1 In allen Figuren ist der Reaktor in vertikaler Stellung
gezeigt. In gewissen Fällen jedoch kann die Schrägstellung
oder sogar die Horizontallage des Reaktors gewisse Vorteile
zeitigen. Dies gilt beispielsweise dann, wenn der Reaktor
5 sehr lang ist: dann stellt sich eine merkliche Differenz
des statischen Druckes zwischen oben und unten im Reaktor
ein.
- 10 Im Falle der radialen Reaktoren führt diese Druckdifferenz
zu einer Falschverteilung des Gases, die durch verschiedene
Vorschläge behoben werden sollten (US-PS 2 754 078;
GB-PS 1 118 750).
- 15 Im Falle der Maßnahme nach der Erfindung besteht aufgrund
der guten Regelung der Zirkulationsgeschwindigkeit dieses
Problem eine geringere Wichtigkeit. Für extreme Abmessungen
des Reaktors kann sich die horizontale Anordnung jedoch
als interessant erweisen.
- 20 Nach Fig. 4 besteht die Zylinderwandung 4 einfach aus
einem einzigen Bauteil. Im Falle der Ammoniaksynthese
aber beispielsweise kann die Wandung des Reaktors immer
zur Verminderung der Festigkeit der Wandung für eine zu
hohe Temperatur verdoppelt werden oder die Festigkeit durch
25 irgend eine andere adäquate Einrichtung erhöht werden.
- 30 Handelt es sich um Katalysatoren, die unter strengen Be-
dingungen von Druck und Temperatur arbeiten, so sind die
Probleme des Beschickens und der Entsorgung des Kataly-
sators sehr wichtig. Beim Reaktor der Fig. 4A beispiels-
weise können die parallelepipedförmigen Kammern 9 an
ihren beiden Enden derart geschlossen werden, daß die
Gase nicht von einer Kammer in die anderen über diese
Enden treten können. Hierzu kann man eine dichte Platte,
35 beispielsweise 12, an jedem der axialen Enden dieser
Kammern (es ist nur eine dieser Platten dargestellt) an-
ordnen.

1 Einer der Vorteile der Verfahren nach der Erfindung ist
 darin zu sehen, daß Beschicken und Entsorgen des Katalysators ohne Demontage des Reaktors und seiner innen
 gelegenen Einrichtung möglich ist.

5 Das Abziehen des Katalysators ist besonders leicht bei der
 in Fig. 4A dargestellten Variante.

10 Nach dieser Variante ist der Boden der parallelepiped-
 förmigen Kammern, statt durch einen flachen Boden gebildet
 zu werden, durch eine Schicht 13 aus Feststoffpartikeln
 gebildet, die den im wesentlichen elliptischen Boden
15 des Reaktors füllen: diese Partikel zeichnen sich dadurch
 aus, daß ihr mittlerer Durchmesser in dieser Schicht zwischen
 der Hälfte und dem Tausendstel des mittleren Korn-
 durchmessers des Katalysators liegt, welcher das kataly-
 tische Bett bildet. Vorzugsweise liegt dieser Wert zwischen
20 einem Fünftel und einem Hundertstel des mittleren
 Durchmessers.

20 Diese Feststoffpartikel können wenigstens teilweise ent-
 weder aus zu Pulver reduziertem oder zerkleinertem Katalysator
 gebildet sein oder aus Metallen oder aus inerten
 Materialien wie Aluminiumoxid oder Carborundum oder
25 irgend einem äquivalenten Feststoff.

30 Beim Verfahren nach der Erfindung kann die gasförmige
 Charge entweder von oben oder von unten oder an einer
 beliebigen Stelle der Reaktorwandung eingeführt werden.
 Wesentlich ist, daß sie anschließend vertikal längs der
 permeablen Eintritte der katalytischen Kammern verteilt
 wird.

35 Die Reaktoren können mehrere übereinander angeordnete
 katalytische Betten enthalten, wobei jedem Bett die
 Einrichtung nach der Erfindung zugeordnet ist.

25

-16-

1 Um eine Überladung der Beschreibung zu vermeiden, sind
nicht alle Einzelheiten der Ansprüche auch in der vor-
liegenden Beschreibung wiedergegeben. Diese werden viel-
mehr hiermit zum Gegenstand der Beschreibung gemacht.

5

10

15

20

25

30

35

251183

FIG.2



FIG.2A



FIG.2B



FIG.3

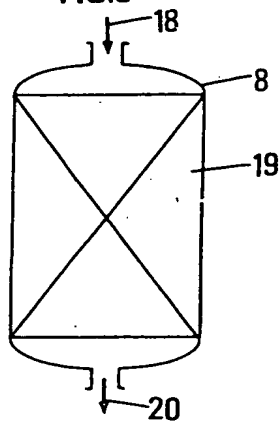


FIG.4

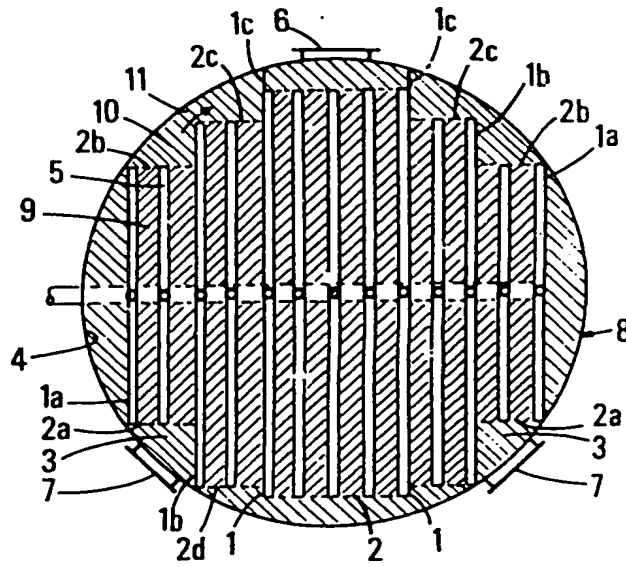


FIG.4A

